

СЗУ50

Б-202

30/х-72

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

9 - 6575



В.С.Балашова, С.В.Мухин, И.Н.Семенюшкин

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

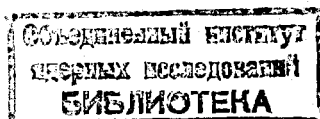
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИМПУЛЬСНОГО СПЕКТРА
И ПРОФИЛЯ ПУЧКА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
В МАГНИТООПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
(ПРОГРАММА "ПРОФИЛЬ")

1972

9 - 6575

В.С.Балашова, С.В.Мухин, И.Н.Семенюшкин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИМПУЛЬСНОГО СПЕКТРА
И ПРОФИЛЯ ПУЧКА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
В МАГНИТООПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
(ПРОГРАММА "ПРОФИЛЬ")



Формируемый пучок заряженных частиц, как правило, должен удовлетворять целому ряду требований, предъявляемых к выделенному импульсу и импульсному спектру частиц, его геометрическому размеру (эмиттанс пучка), интенсивность и т.д. Это обуславливает, в свою очередь, выбор и расположение элементов магнитной оптики, их параметров, расположение и размеры коллиматоров. Расчеты, проведенные на основе представления совокупности формируемых частиц в рассматриваемой плоскости в виде фазового эллипса, позволяют определить такие важные характеристики, как импульсный спектр и профиль пучка в любом месте канала. Однако часто используемый для этих целей графический метод /1/ является довольно трудоемким.

В настоящем сообщении приводится описание программы, предназначенной для нахождения с помощью ЭВМ импульсного спектра и профиля пучка заряженных частиц.

Решение задачи сводится к следующему.

Для выбранной схемы формирования пучка с заданными параметрами элементов /2/ последовательно проводился расчет движения фазового эллипса для частиц с разными импульсами. Для каждого импульса частиц в рассматриваемой точке канала находится его аксептанс. Аксептанс

определяется площадью криволинейного многоугольника, одна или несколько сторон которого могут быть образованы фазовым эллипсом, а другие стороны — прямыми, характеризующими коллиматоры (рис. 1).

Для большей наглядности на рис. 1 изображен случай, когда многоугольник $abcde$ образован фазовым эллипсом и двумя парами прямых.

Уравнение фазового эллипса в канонической форме имеет вид:

$$\gamma x'^2 + 2\alpha x x' + \beta x'^2 = \epsilon, \quad (1)$$

где α , β , γ — коэффициенты эллипса, ϵ — эммитанс, равный πF , где F — площадь эллипса. Коллиматор представляется в виде двух или более пар прямых, каждая из которых описывается уравнением [3] вида:

$$x' - \frac{A_{22}}{A_{12}} = \frac{\pm b + a_{13} \frac{\Delta \rho}{\rho_0}}{A_{12}} = 0, \quad (2)$$

где b — полуширина коллиматора, ρ_0 — импульс частиц, a_{13} — член результирующей матрицы, описывающей действие магнитооптической системы от ее начала до данной точки коллиматора, A_{12} , A_{22} — члены результирующей матрицы, описывающей действие последующей за данной точкой коллиматора части магнитооптической системы.

Вычисление площади многоугольника $abcde$ состоит в следующем. Находится интервал изменения x , удовлетворяющий уравнению эллипса (1) от $x_{\min} = -\sqrt{\epsilon \beta}$ до $x_{\max} = \sqrt{\epsilon \beta}$. Этот интервал разбивается на m частей. Начиная с x_{\min} определяют значения x' для эллипса $x'_{\epsilon 1i} \geq x'_{\epsilon 2i}$. Для этого же значения x_i определяются значения x' для прямых $x'_{11i} > x'_{12i}$. Далее проводится сравнение величин $x'_{\epsilon 1i}$ и x'_{11i} и оставляется меньшая из этих величин. Затем сравниваются величины $x'_{\epsilon 2i}$ и x'_{12i} и оставляется большая из этих величин. И, наконец, полученные результаты сравниваются между собой.

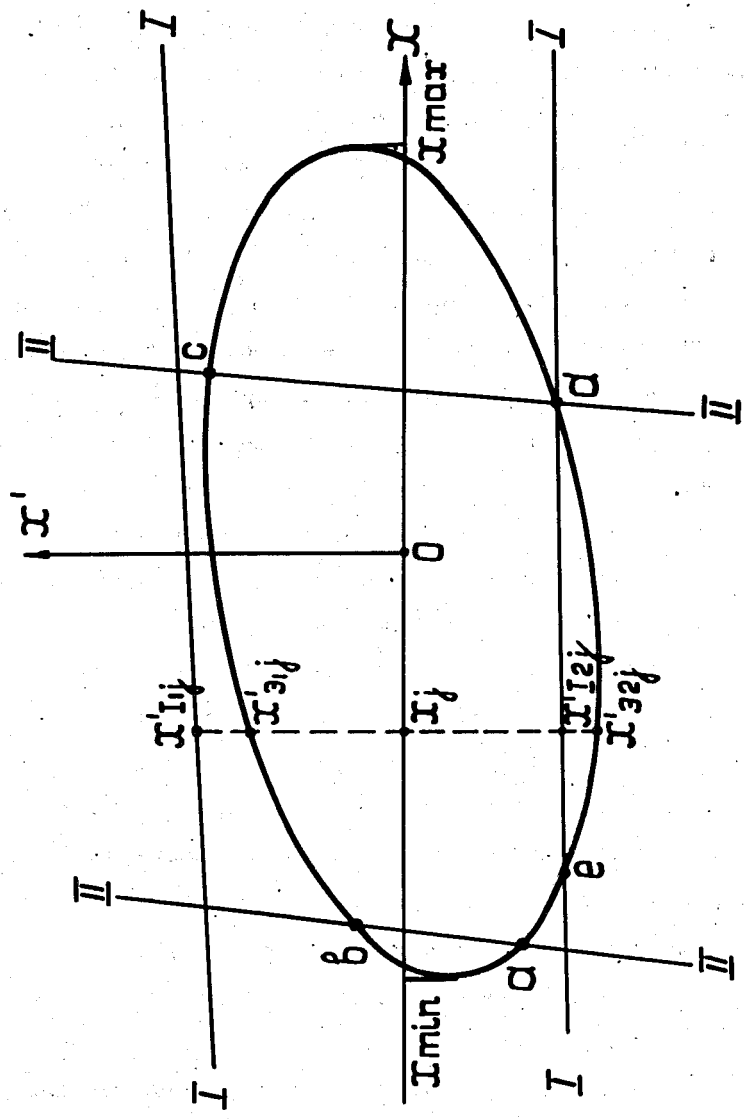


Рис. 1. Схема нахождения аксептанса $abcde$ для частиц с импульсом P_i , описываемых фазовым эллипсом. I , II — прямые коллимиров.

Если при этом первая из двух сравниваемых величин больше второй, то для данного значения x остаются ранее найденные при сравнении величины x' . Если же первая величина равна второй или меньше ее, то для данного x значения x' принимаются равными нулю. Используя указанный алгоритм для x_j (рис. 1), получим значения x'_j , равные соответственно $x'_{э1j}$ и x'_{12j} . Таким образом, после наложения первой пары прямых на фазовый эллипс, получим в интервале x (x_{min} — x_{max}) совокупность новых значений x' , которые будут использоваться для дальнейших сравнений. Последовательно накладывая все пары прямых и проводя соответственно указанному алгоритму сравнения, получим для каждого значения x в выбранном интервале соответствующие значения x' , т.е. тем самым определим искомый многоугольник. Если теперь найти для каждого x модуль разности соответствующих значений x' и отнести его к эмиттансу, то эта величина будет пропорциональна интенсивности пучка в данной координате, а их сумма будет определять площадь найденного многоугольника, т.е. вклад частиц с импульсом p_i в импульсный спектр пучка.

При нахождении профиля пучка в рассматриваемом месте канала проводятся аналогичные вычисления для всех наперед заданных импульсов выбранного интервала. Искомое распределение находится суммированием полученных при одних и тех же x результатов с учетом положения центра эллипса относительно оси канала. Положение центра эллипса частиц с импульсом p_0 совпадает с осью канала.

На рис. 2,3,4 приведены результаты расчета импульсного спектра и профиля пучка в горизонтальной и вертикальной плоскостях для канала № 14 (перед магнитом СП-100).

Блок-схема и описание программы, а также инструкция для работы с ней приведены в /4/.

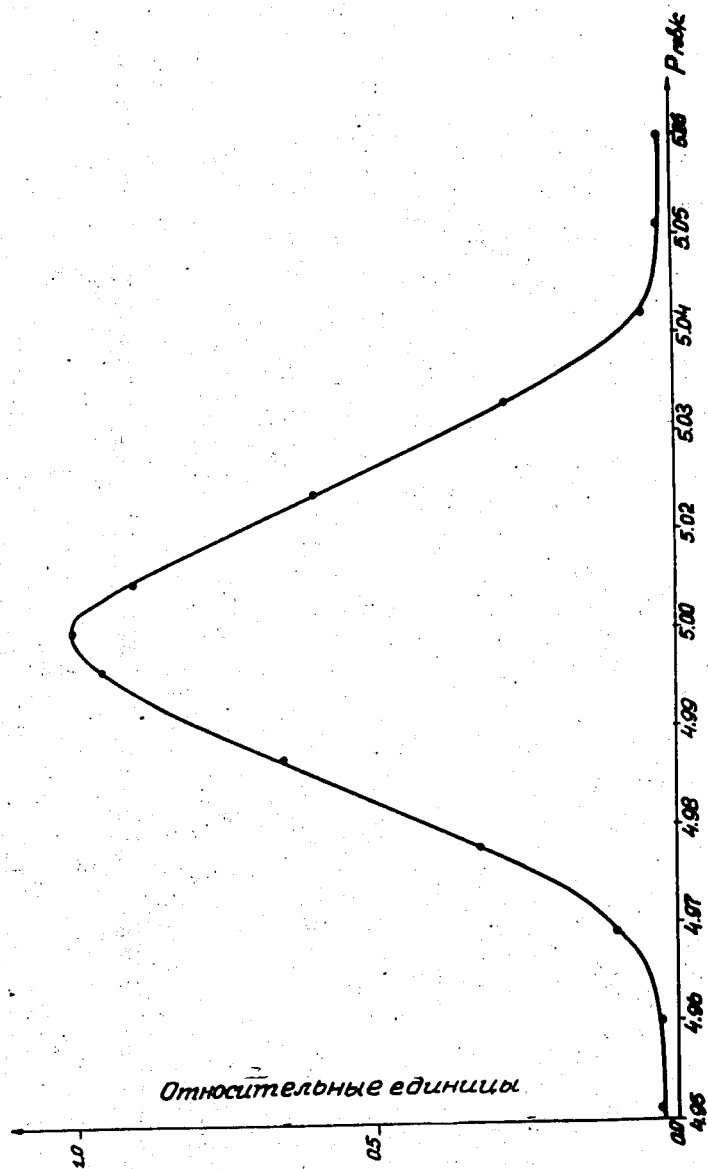


Рис. 2. Расчетное импульсное распределение пучка.

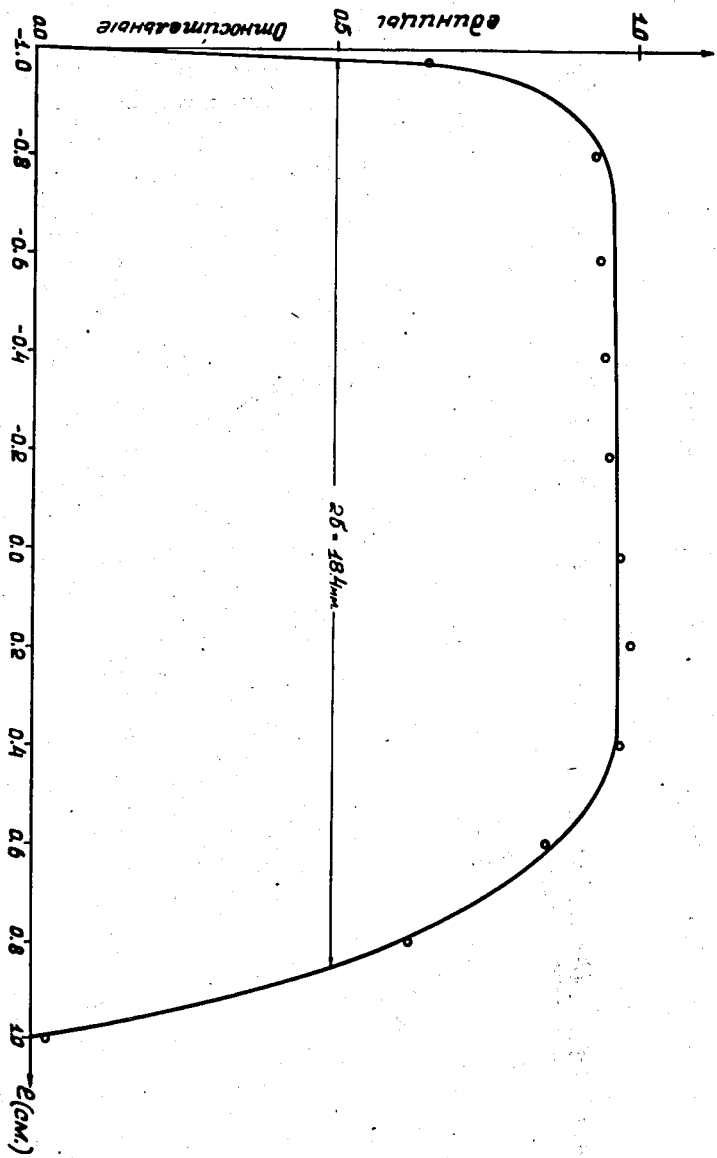


Рис. 3. Расчетный горизонтальный профиль пучка.

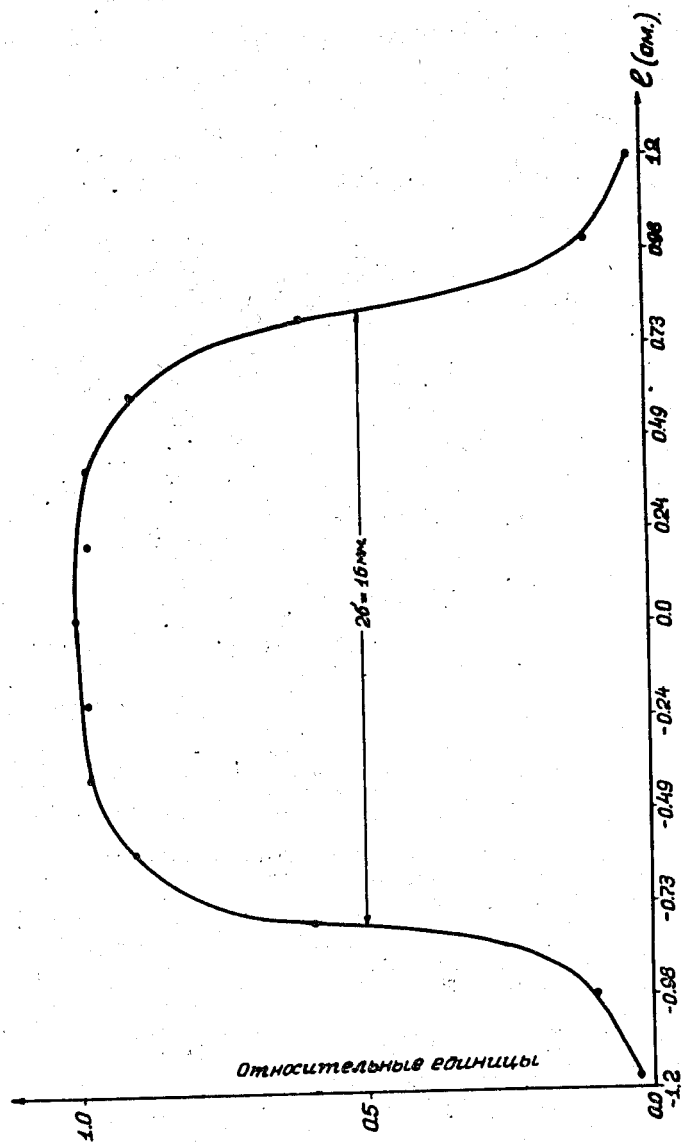


Рис. 4. Расчетный вертикальный профиль пучка.

Литература

1. С.В. Мухин, И.Н. Семенюшкин. Сообщение ОИЯИ, 1-5430, Дубна, 1970.
2. Р.Н. Федорова, А.И. Широкова. Препринт ОИЯИ, 11-3381, Дубна, 1971.
3. В.С. Балашова, С.В. Мухин, И.Н. Семенюшкин. Сообщение ОИЯИ, 9-5380, Дубна,
4. В.С. Балашова, С.В. Мухин, И.Н. Семенюшкин. Депонированная публикация, Б1-9-6574., ОИЯИ, Дубна, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 июля 1972 года.